

PUBLISHED 28 MAR 2006

RO/tf 030957WO  
01. Oktober 2004

### Holz-Kunststoff-Compound

Die Erfindung betrifft eine Formmasse sowie ein Verfahren zur Herstellung der Formmasse, die einen Composit-Werkstoff aus Holz und Kunststoff, der auch wood-plastic-compound (WPC) genannt wird, umfasst.

Compound-Werkstoffe aus Kunststoffen und Holzmaterial und Verfahren zu deren Herstellung durch Extrusion oder Spritzguss sind bekannt. So finden solche Produkte seit vielen Jahren Anwendungen im Innen- und Außenbereich.

Die Basis solcher Compounds sind Kunststoffe wie Polyethylen (PE), high-density Polyethylen (HDPE), Polypropylen (PP), Polystyrol (PS), Polycarbonat (PC) oder Polyvinylchlorid (PVC). Diese besitzen rheologische Eigenschaften, die es erlauben, die Temperatur während der Verarbeitung gemeinsam mit dem Holz im Bereich zwischen 130 und 180°C relativ gering zu halten. Das ist notwendig, um eine thermische Schädigung des Holzes möglichst zu vermeiden.

Das Holz hat die Aufgabe, den Kunststoff zu verstärken bzw. als Füllstoff zu fungieren, ohne die Kunststoffeigenschaften im Hinblick auf die Dimensionsstabilität durch Wassereinwirkung nachhaltig negativ zu beeinflussen. Das ist vor allem für die Außenanwendung notwendig, um einen formstabilen Werkstoff zu erhalten. Als Holz kommt feinstückiges Holz, Holz in Faserform oder sogar Holzmehl zum Einsatz. Die in Tabelle 1 charakterisierte Siebfraktionenverteilung soll eine übliche Holzmischung veranschaulichen:

Tabelle 1

KORNGRÖSSE	MASSE-ANTEIL
mm	%
X > 1,400	2,6
1,400 > X > 1,000	11,5 - 11,8
1,000 > X > 0,710	21,2
0,710 > X > 0,500	23,2
0,500 > X > 0,400	9,2
0,400 > X > 0,315	11,8
0,315 > X > 0,250	7,2
0,250 > X > 0,125	7,8
X > 0,125	5,1
SUMME	100,0

Das Mischungsverhältnis von Kunststoff:Holz beträgt zwischen 70:30 und 20:80 Gewichtsprozent. Als Holzrohstoff wird beispielsweise speziell dafür aufbereitetes Holz verwendet, das als Holzmehl entweder mehlartig oder zu Holzpellets verpresst eingesetzt wird.

Der Nachteil solcher Compounds ist einerseits die geringe Wärmestandfestigkeit bedingt durch die vergleichsweise geringe Schmelztemperatur der Kunststoffe und der hohe Preis.

Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, einen hochwertigen Compound-Werkstoff mit geringen Herstellungskosten anzugeben. Dabei soll der Compound-Werkstoff insbesondere für eine Verwendung im Außenbereich geeignet sein.

Zur Lösung dieses technischen Problems wird als Kunststoff ein synthetischer Polyester, insbesondere

Polyethylenterephthalat (PET), und als Holzmaterial ein Holzwerkstoff eingesetzt, der beispielsweise für die Herstellung von Spanplatten oder auch Faserplatten verwendet wird.

PET zeichnet sich durch einen hohen Schmelzpunkt (ca. 250°C) aus und verleiht dem Compound die notwendige Wärmestandfestigkeit. Zudem verfügen PET so wie Holz über polare Eigenschaften, was sich gut ergänzt und eine Oberflächenbeschichtung z.B. durch Lackieren begünstigt.

PET ist als Neuware teurer als die Kunststoffe, die gemäß dem Stand der Technik eingesetzt werden. Daher wird in bevorzugter Weise auf Abfälle aus der Kunststoffsammlung zurückgegriffen, da PET vielfach als Verpackungsmaterial für Lebensmittel verwendet wird. Ein großer Teil entfällt dabei auf Einwegflaschen, die nach einmaliger Verwendung gesammelt werden und nach entsprechender Aufbereitung wieder für die Herstellung von PET-Flaschen Anwendung finden. Die Reinigung ist aber sehr aufwändig und daher kaum konkurrenzfähig zu Neumaterial. Probleme bereiten insbesondere eingefärbte Flaschen oder auch Füllstoffe, wie sie für undurchsichtige Flaschen verwendet werden. Zudem müssen die Etiketten (z.B. aus Papier mit entsprechenden Klebern auf der Flasche fixiert) und die Schraubverschlüsse entfernt werden. Alle diese Unwegsamkeiten der Reinigung sind für den erfindungsgemäßen Compound nicht erforderlich.

Es hat sich darüber hinaus als vorteilhaft herausgestellt, einen anorganischen Füllstoff vorzusehen, der dem Compound zugemischt ist. Als anorganischer Füllstoff kommen verschiedene Materialien in Betracht: Talkum, Kreide, Titandioxid, Ziegelstaub und anorganische Färbemittel wie Eisenoxid. Die Vorteile dieser anorganischen Füllstoffe

liegen in einer verbesserten Feuchtigkeitsbeständigkeit, in einem erhöhten spezifischen Gewicht und darin, dass der Compound durch die Zugabe in spezifischer Weise gefärbt werden kann.

Als weitere Substanzen können Additive vorgesehen werden, mit denen spezielle Eigenschaften erreichbar sind. So kann durch Zugabe der aus der Kunststoffherstellung bekannten Substanzen etwa die elektrische Leitfähigkeit (bspw. durch Graphit oder Blähgraphit), die UV-Beständigkeit, das Alterungsverhalten, der Geruch, die Beschichtbarkeit, die Verklebbarkeit, die Schweißbarkeit, die Zerspanbarkeit, das Brandverhalten (bspw. durch Blähgraphit, Phosphorverbindungen oder Borate) beeinflusst werden.

Durch die Zugabe von chemisch oder physikalisch wirkenden Treibmitteln können des Weiteren die Porosität und damit viele weitere physikalische Eigenschaften, vor allem aber die wärmetechnischen Eigenschaften stark beeinflusst werden. Als Beispiel für ein physikalisch wirkendes Treibmittel kann Wasser und als Beispiel für ein chemisch wirkendes Treibmittel können AZO-Treibmittel genannt werden.

Als Mischungsverhältnis von Holz zum synthetischen Polyester hat sich der Bereich zwischen 30:70 bis 70:30 bewährt. In vorteilhafter Weise liegt das Mischungsverhältnis zwischen 60:40 und 30:70, vorzugsweise zwischen 50:50 und 30:70. Ein daraus hergestelltes Formteil zeichnet sich im Vergleich zu anderen Holz-Kunststoff-Compounds durch eine hohe Biegefestigkeit und durch eine sehr geringe Wasseraufnahme aus. Diese Eigenschaften sind um so besser verwirklicht, desto größer der Anteil an synthetischem Polyester ist.

Als Verfahren zur Herstellung eines Formteils, das zumindest teilweise aus einer zuvor beschriebenen Formmasse besteht, eignen sich sowohl die Extrusion für strangartige Formteile, als auch die Spritzgusstechnologie für sphärisch geformte, hoch präzise Formteile mit geringen Toleranzen.

Wie bei reinen Kunststoffmischungen üblich kann zur Herstellung plattenförmiger Produkte dem Extruder eine Kalandriereinrichtung oder eine Doppelbandpresse nachgeschaltet sein um eine verbesserte Verteilung der Formmasse und damit eine höhere Maßgenauigkeit, eine verbesserte Oberflächengüte und verringerte Eigenspannungen der Werkstücke zu erzielen.

Eine Veredelung des Formteils aus dem Holz-Kunststoff-Compound kann vor allem durch die verschiedenen Möglichkeiten der Beschichtung erreicht werden.

So hat sich gezeigt, dass unter Berücksichtigung der geringsten Wasseraufnahme, der Holz-PET-Compound auch zum Kaschieren geeignet ist, also als Träger für Lamine und Imprägnate, für sonstige Folien, beispielsweise auch aus Metall, für Karton, für Leder, für Linoleum, für Kork oder für Holz, insbesondere Furnier etc., dienen kann. Je nach deren Verhalten gegenüber Feuchtigkeit können wasserfreie Klebesystemen erforderlich sein. Eine Applizierung kann nach den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren kontinuierlich oder im Kurztakt erfolgen.

Durch die gute Wärmestandfestigkeit des PET ist bei geeigneter Einstellung der elektrischen Leitfähigkeit, etwa durch Zugabe von Grafit, auch eine ausgezeichnete Eignung zur Pulverbeschichtung gegeben.

Ebenso kann eine Beschichtung in flüssiger Form aufgebracht werden, beispielsweise als Farb- oder Lackauftrag oder als Auftrag aus einem Kunstharz.

Die Formmasse der zuvor beschriebenen Art kann beispielsweise zu plattenförmigen Formteilen verarbeitet werden, die insbesondere als Wandbelag, Deckenbelag oder Fußbodenbelag verwendet werden. Dabei bietet die Formmasse in besonderem Maße Vorteile bei der Anwendung im Nassbereich, da erstmals eine wirtschaftliche Möglichkeit besteht ein Material mit beliebiger Beschichtung herzustellen. Keramische Beläge, die hier sonst üblich sind, können beispielsweise nicht mit gedruckten Dekoren versehen werden.

Neben speziellen Anforderungen im Innenausbau können solche aber auch im Außenbereich erfüllt werden, vorteilhafter Weise vor allem dort, wo dekorative Gestaltung, Witterungsbeständigkeit und gleichzeitig günstige Festigkeitseigenschaften benötigt werden.

Für den jeweiligen Einsatz kann es sinnvoll sein entsprechende Randprofile an den Kanten der Platten vorzusehen. Diese können gleich im Zuge der Herstellung geformt werden oder wie bei herkömmlichen Plattenwerkstoffen auch, durch nachträgliches, zumeist spanendes Bearbeiten.

Hochfeste Plattenwerkstoffe, mit günstigen wärmetechnischen Eigenschaften können durch die Anwendung entsprechender Treibmittel erreicht werden.

Bei strangförmigen Produkten sind alle Arten von Profilen denkbar, die gegenüber herkömmlichen Holz-Kunststoffprofilen jedoch die Vorteile aufweisen eine höhere Temperaturbeständigkeit aufzuweisen, besser brandbeständig zu sein und im Brandfall nicht zündend abzutropfen. Profile für Rahmentteile von Fenstern und Türen können in vorteilhafter Weise im Kernbereich geschäumt ausgeführt werden, womit hervorragende Dämmeigenschaften erzielbar sind und gleichzeitig an beliebiger Stelle Schrauben für hochfeste Verbindungen, wie sie bei hohen Eigengewichten der Elemente erforderlich sind, gesetzt werden können. Bei zusammengesetzten Rahmenbauarten kann natürlich auch nur ein Rahmenteil mit der erfindungsgegenständlichen Formmasse ausgeführt werden, also wäre es beispielsweise möglich an der raumzugewandten Seite einen Holzrahmen vorzusehen, der an der Außenseite mit einem Profil aus der witterungsbeständigen Formmasse abgedeckt wird.

Speziell bei strangförmigen Produkten die für den Außenbereich vorgesehen sind kann es sinnvoll sein eine Beschichtung mit einem Kunststoff durch Koextrusion zu applizieren. Ein verbesserter Witterungsschutz kann so erzielt werden.

Beispiel:

Holz mit einer Siebkennlinie nach Tabelle 1 wird mit PET-Flakes gemischt. Das Holz stammt aus einer industriellen Produktionslinie für Spanplatten und wird nicht speziell aufbereitet. Die Feuchtigkeit liegt um ca. 2%. Die PET-Flakes stammen aus geschreddertem PET-Flaschenmaterial, Etiketten, Verschlüsse und Restverunreinigungen durch das darin befindliche Lebensmittel (Softdrinks) wurden zuvor

nicht entfernt. Die Mischungsverhältnisse Holz zu PET betrugen 50:50 (HP 03), 40:60 (HP 02) und 30:70 (HP 01).

Aus dem Gemisch wurde mit einem Extruder ein Granulat hergestellt, welches eine mittel- bis dunkelbraune Farbe aufweist. Aus dem so erhaltenen Granulat wurden plattenförmige Spritzgussteile (ca.  $15 \times 15 \times 0,5 \text{ cm}^3$ ) hergestellt, die nach Lagerung im Normklima ( $23^\circ\text{C}$ , 50% relative Luftfeuchtigkeit) für 14 Tage folgende Eigenschaften aufweisen:



Tabelle 2

Rezept	HP 01	HP 02	HP 03
Biegefestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	64,24	85,53	92,37
Schlagzähigkeit [kJ/m <sup>2</sup> ]	4,549	5,323	5,550
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,345	1,365	1,345
2h Wasser <sup>1)</sup> Quellung [%]	0,3	0,4	0,4
24h Wasser <sup>1)</sup> Quellung [%]	0,5	0,7	0,9
2h Spülm. <sup>2)</sup> Quellung [%]	0,4	0,2	0,5
24h. Spülm. <sup>2)</sup> Quellung [%]	0,6	0,5	1,0
Bemerkungen	Holz/PET 30/70 G/G %	Holz/PET 40/60 G/G %	Holz/PET 50/50 G/G %

1) Quellverhalten bei Lagerung in Wasser 2h und 24h, sowie bei

2) Lagerung in Spülmittellösung 20g in 1l Wasser;  
Spülmittel: BULSAN Seifenreiniger

Zusätzlich wurden Proben der Rezeptur HP 03 einer künstlichen Bewitterung gemäß Tabelle 3 und einer Prüfung der Kantenquellung nach EN 13329 unterzogen.

Die Auswirkung der künstlichen Bewitterung auf die mechanischen Eigenschaften enthält die Tabelle 4.

Tabelle 3

Zyklen der künstlichen Bewitterung:

Schritt	Funktion	Temperatur	Dauer
1	Kondensation	45°	24h
2	Unterzyklus Schritt 3+4		48x
3	UV-Beleuchtung	60°	2,5h
4	Besprühphase		0,5h
5	Beginn mit Schritt 1		

Erläuterung / Technische Daten:

- die Temperatur bei UV-Beleuchtungsphase beträgt 60°C.
- die Temperatur bei der Kondensationsphase ist 45°C.
- Beleuchtungsstärke der UV-Lampen beträgt 0,77 W/m².
- das Besprühen der Proben bei Besprühphase (Regen) erfolgt mit normaler Wassertemperatur.
- Gesamtdauer pro Zyklus: 168h
- Gesamtdauer: 2016h (12 Wochen) bei 12-maliger Wiederholung des Zyklus.

Tabelle 4

Veränderungen der Biegefestigkeit und der Schlagzähigkeit  
nach 400h, 1000h und 2016h künstlicher Bewitterung:

Rezeptur	HP 03
Biegefestigkeit nach 400h	- 8 %
Biegefestigkeit nach 1000h	- 13 %
Biegefestigkeit nach 2016h	- 18 %
Schlagzähigkeit nach 400h	kein signifikanter Zusammenhang gegeben
Schlagzähigkeit nach 1000h	kein signifikanter Zusammenhang gegeben
Schlagzähigkeit nach 2016h	kein signifikanter Zusammenhang gegeben

Die Kantenquellung gemessen nach EN 13329 der Mischung HP  
03 (50% Holz / 50% PET) ergab Werte kleiner 2%.